วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
JYRU JOURNAL OF YALA RAJABHAT UNIVERSITY
Print ISSN: 1905-2383 e-ISSN: 2651-0863

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับครูวิทยาศาสตร์

Learning Management Based on the Concept of STEM Education Promoting Systemic Thinking Skills and Academic Achievement of Science Teacher Students Undertaking Computational Science for Science Teachers

ภารวี จงไกรจักร
Parawee Jongkraijak

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000
Department of General Science, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University, Phuket 83000, Thailand
Corresponding author, e-mail: parawee.y@pkru.ac.th
(Received: Jan 21, 2022; Revised: Sep 17, 2022; Accepted: Oct 11, 2022)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ 2) เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาที่เรียนรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 33 คน เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบ จำนวน 4 แผน 2) แบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ และสถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test (Dependent samples) ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษา เท่ากับ 81.50/81.25 มีค่าใกล้เคียง 80/80 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพ 2) นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบในรายวิชาวิทยาการคำนวณ มีความสามารถในการคิดเชิงระบบหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบในรายวิชาวิทยาการคำนวณ มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทักษะการคิดเชิงระบบ วิทยาการคำนวณสำหรับครูวิทยาศาสตร์

Abstract

This research aims to develop a learning management system based on the STEM education concept that promotes systematic thinking in science teachers, compare the systemic thinking skills of science teacher students before and after they engage in STEM-based learning activities, and compare the academic achievement of the teacher students before and after engaging in learning activities based on the STEM education concept. The participants in this study were 33 students studying computational science for science teachers. In order to promote systematic thinking skills, four learning management plans based on the STEM education model, seven open-ended questions of the systematic thinking skill test, and ten open-ended questions of the learning achievement test were employed as research instruments. The collected data were analyzed using descriptive statistics including mean score, standard deviation, and t-test (dependent sample). The research findings revealed that the efficiency score of the STEM-based learning management plans was 81.50/81.25, which is close to the standard requirement of 80/80, suggesting that this learning management plan is effective. Furthermore, the participating teacher

students' systematic thinking abilities were found to be statically increasing at p-value=0.05, and the teacher students' academic achievement after receiving a STEM-based learning management that promotes systemic thinking skills in computational science courses was significantly higher than before at the 0.05 level.

Keywords: STEM-based learning management, Systematic thinking skill, Computational science for science teachers

บทนำ

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและอนาคตจะต้องมีการปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและสอดคล้องกับความต้องการทางสังคมและโลกที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว นวัตกรรมการศึกษาไทย 4.0 ที่สำคัญคือการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาผนวกเข้ากับการศึกษาสร้างเป็นเครื่องมือหรือสื่อทางการเรียนรู้ให้กับนักเรียนสำหรับการศึกษา 4.0 และรองรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ช่วยให้ผู้เรียนมีความตื่นตัว กระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา มีลักษณะกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำแบบ Active learning (Phuworawan, 2015) ปัจจุบันประเทศไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 จึงได้มีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปสู่หลักสูตรวิทยาการคำนวณ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ และเป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ วิทยาการคำนวณ (Computing science) เป็นวิชาที่มุ่งเน้นการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) มีความรู้พื้นฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital technology) และมีพื้นฐานการรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร (Media and information literacy) (Srikhamwiang, 2018) ซึ่งการเรียนวิชาการคำนวณ จะไม่จำกัดอยู่เพียงแค่การคิดให้เหมือนคอมพิวเตอร์เท่านั้น และไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการคิดในศาสตร์ของนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ แต่จะเป็นกระบวนการความคิดเชิงวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาของมนุษย์ โดยเป็นการสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานและช่วยแก้ไขปัญหาตามที่เราต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะการคิดเชิงระบบ เป็นการปรับวิธีคิดหรือเพิ่มวิธีคิด ใช้วิธีคิดหลายๆ แบบในเวลาเดียวกัน แต่ต้องมีวิธีเลือกวิธีคิดหลักในแต่ละสถานการณ์มีหลักเกณฑ์และเหตุผล โดยใช้ข้อมูลหลากหลายให้สัมพันธ์กันเป็นองค์รวม โดยตระหนักถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์และมีหน้าที่ต่อเชื่อมกันอยู่เป็นปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง (Jutharot, 2012) การคิดเชิงระบบเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เห็นภาพและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับระบบขององค์ประกอบและพฤติกรรม ช่วยทำให้สื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างเข้าใจและช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ซึ่งทักษะการคิดอย่างเป็นระบบยังช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะด้านความรู้ (Hard skills) และทักษะด้านอารมณ์ (Soft skills) ซึ่งถือว่าสำคัญมากต่อการทำงานตั้งแต่ปี 2017 เป็นต้นมา ทั้งสองทักษะนี้ยังเป็นที่ต้องการของตลาดแรงงานโลก (DMC.TV, 2017) Peter M. Senge ผู้คิดค้นทฤษฎีการคิดอย่างเป็นระบบ ได้อธิบายการคิดอย่างเป็นระบบไว้ว่าเป็นแขนงวิชาที่มุ่งเน้นให้มองสิ่งต่าง ๆ แบบองค์รวม เป็นกรอบการทำงานที่ทำให้มองการทำงานอย่างมีแบบแผนและความสัมพันธ์กัน ทำให้มองสิ่งต่าง ๆ แบบองค์รวมและซับซ้อนมากขึ้น (Senge, 1993) เพื่อค้นหาและวางแผนเพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง พัฒนาหรือแก้ปัญหาทำให้ภารกิจประสบความสำเร็จและสมบูรณ์มากที่สุดและยังช่วยแก้ปัญหาระหว่างทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์(Mathematics) (Kitkuakun, 2015) โดยมีจุดเด่นและธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า ความคิดสร้างสรรค์และการสร้างชิ้นงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สิ่งสำคัญคือ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นต่อการเรียนรู้และการทำกิจกรรม สามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมถึงสามารถพัฒนากระบวนการหรือพัฒนาสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคตได้อย่างแท้จริง (National STEM education center, 2015) จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

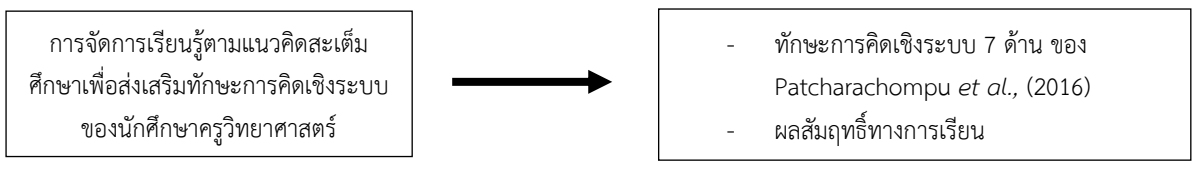
คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (National research council, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำวิจัยการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยได้เคยสอนผู้เรียนกลุ่มนี้และพบว่าผู้เรียนยังขาดการคิดเชิงระบบทำให้เมื่อผู้เรียนพบปัญหาที่มีความซับซ้อนจะต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหาค่อนข้างนานและผู้เรียนยังไม่สามารถมองเห็นปัญหาได้ทั้งระบบ จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบพบว่าทักษะนี้จะช่วยให้นักศึกษาสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นทักษะที่จำเป็นของการพัฒนาตนเองให้เกิดทักษะด้านความรู้ (Hard skills) และทักษะด้านอารมณ์ (Soft skills) ในด้านต่าง ๆ และเมื่อศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะพบว่าจุดเด่นของแนวคิดนี้คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จากขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงระบบได้ และเนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องมีการใช้ทักษะการคิดเชิงระบบไม่ว่าจะเป็นการวางแผนก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองหรือหลังจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นถ้านักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีทักษะการคิดเชิงระบบจะทำให้ผู้เรียนสามารถวางแผนในการจัดการเรียนการสอนร่วมทั้งทำความเข้าใจปัญหา ปรากฏการณ์ หรือสิ่งต่าง ๆ โดยคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งหมด มีลำดับขั้นตอน เป็นเหตุเป็นผล มีเป้าหมายที่ชัดเจนและยอมรับการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ สามารถทำความเข้าใจสิ่งที่ซับซ้อน รู้จักค้นคว้าและสร้างแบบแผน (Pattern) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่สมบูรณ์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการประกอบอาชีพครูวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่มีความจำเป็นต่อการใช้ชีวิตที่สำคัญหากตัวครูวิทยาศาสตร์เองมีทักษะการคิดเชิงระบบแล้วยังสามารถปลูกฝังทักษะเหล่านี้ไปยังนักเรียนที่ตนเองสอนได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดวิจัย



วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
JYRU
JOURNAL OF YALA RAJABHAT UNIVERSITY
Print ISSN: 1905-2383 e-ISSN: 2651-0863

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเบื้องตน (Pre – experimental research) ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลกอนและหลังการทดลอง (One group pretest posttest design)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร นักศึกษาวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 211 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่ลงเรียนในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 33 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยเรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การสอน Coding ด้วย Scratch การเขียนโปรแกรมภาษาไพธอน และการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคำนวณเพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และนำผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งกำหนดเกณฑ์ความเหมาะสมคือ ผลการประเมินในแต่ละข้อที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1 จากนั้นนำมาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับผู้เรียน ในห้องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนการสอนที่ทดลองใช้มาหาประสิทธิภาพให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 เมื่อแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วนำไปใช้จริงกับห้องกลุ่มตัวอย่าง

3.2 แบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ เป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 7 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อจะวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบแต่ละด้าน มีทั้งหมด 7 ด้าน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาได้อย่างมีหลักการและเหตุผล 2) การค้นคว้าข้อมูลเพื่อสนับสนุนประเด็นปัญหา 3) การวิเคราะห์ตัวแปรปัจจัยสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา 4) การอธิบายความสัมพันธ์เชื่อมโยงของปัจจัยสาเหตุ 5) การเขียนวงจรปัจจัยสาเหตุอย่างต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน 6) การสรุปเป็นความคิดรวบยอดเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติ และ 7) การประยุกต์ใช้ความคิดรวบยอดในการปฏิบัติ ตามรูปแบบของ Patcharachompu *et al.*, (2016) และใช้แบบตรวจวัดความสามารถในการคิดเชิงระบบ โดยกำหนดระดับการให้คะแนน 3 ระดับ 1 หมายถึง เกิดทักษะการคิดเชิงระบบได้เล็กน้อย 2 หมายถึง เกิดทักษะการคิดเชิงระบบในระดับปานกลาง และ 3 หมายถึง เกิดทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดี เมื่อผู้วิจัยทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบเสร็จได้นำไปหาค่า IOC โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน นำผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าระหว่าง 0.50 – 1.00 จากนั้นนำมาปรับแก้ตามคำแนะนำ แล้วนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบมาปรับแก้อีกครั้งในส่วนของข้อที่คำถามที่ไม่ชัดเจน เมื่อปรับแก้เรียบร้อยแล้วจึงนำไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 10 ข้อ ประกอบด้วยเรื่องการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา การสอน Coding ด้วย Scratch การเขียนโปรแกรมภาษาไพธอน และการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคำนวณเพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 เมื่อได้ข้อสอบตามเกณฑ์แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์และกระบวนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับครูวิทยาศาสตร์ จากนั้นให้ผู้เรียนทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิด

เชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 แผน

4.3 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนทั้ง 4 แผน ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้ง

4.4 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

4.5 สัมภาษณ์ผู้เรียนเพิ่มเติมสำหรับบางประเด็นที่ผู้วิจัยไม่แน่ใจในคำตอบของผู้เรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 ค่าที่ตั้งไว้คือ 80/80

5.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ ก่อนเรียนเปรียบเทียบกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ด้วยคะแนนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบที t-test (Dependent samples)

5.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ด้วยคะแนนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบที t-test (Dependent samples)

ผลการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

n	คะแนนประเมินระหว่างเรียน			คะแนนประเมินหลังเรียน			ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2)
	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	ร้อยละ	
33	100	85.25	81.50	30	26.01	81.25	81.50/81.25

จากตารางที่ 1 พบว่าการประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 81.50/81.25 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 80/80 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพ

2. เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงระบบก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เป็นรายด้าน

ทักษะการคิดเชิงระบบ	จำนวนและร้อยละของนักเรียน					
	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	ทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดี	ทักษะการคิดเชิงระบบในระดับปานกลาง	ทักษะการคิดเชิงระบบได้เล็กน้อย	ทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดี	ทักษะการคิดเชิงระบบในระดับปานกลาง	ทักษะการคิดเชิงระบบได้เล็กน้อย
1. การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาได้อย่างมีหลักการและเหตุผล	29 (87.88)	4 (12.12)	0	31 (93.94)	1 (3.03)	0

วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
JYRU
JOURNAL OF YALA RAJABHAT UNIVERSITY
Print ISSN: 1905-2383 e-ISSN: 2651-0863

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ทักษะการคิดเชิงระบบ	จำนวนและร้อยละของนักเรียน					
	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	ทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดี	ทักษะการคิดเชิงระบบในระดับปานกลาง	ทักษะการคิดเชิงระบบได้เล็กน้อย	ทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดี	ทักษะการคิดเชิงระบบในระดับปานกลาง	ทักษะการคิดเชิงระบบได้เล็กน้อย
2. การค้นคว้าข้อมูลเพื่อสนับสนุนประเด็นปัญหา	10 (30.30)	21 (63.64)	2 (6.06)	25 (75.76)	8 (24.24)	0
3. การวิเคราะห์ตัวแปรปัจจัยสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา	9 (27.27)	21 (63.64)	3 (9.09)	22 (66.67)	11 (33.33)	0
4. อธิบายความสัมพันธ์เชื่อมโยงของปัจจัยสาเหตุ	12 (36.36)	20 (60.61)	0	30 (90.91)	3 (9.09)	0
5. การเขียนวงจรปัจจัยสาเหตุอย่างต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน	1 (3.03)	15 (45.45)	17 (51.52)	27 (81.82)	6 (18.18)	0
6. การสรุปเป็นความคิดรวบยอดเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติ	1 (3.03)	12 (36.36)	20 (60.61)	25 (75.76)	8 (24.24)	0
7. การประยุกต์ใช้ความคิดรวบยอดในการปฏิบัติ	20 (60.61)	13 (39.39)	0	30 (90.91)	3 (9.09)	0

จากตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เป็นรายด้าน ทั้งหมด 7 ด้านพบว่า ด้านที่ 1 การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาได้อย่างมีหลักการและเหตุผล ทั้งก่อนและหลังเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีโดยคิดเป็นร้อยละ 87.88 และ 93.94 ตามลำดับ แต่หลังเรียนจะเห็นว่ามีร้อยละของผู้เรียนที่มีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีมากขึ้น ด้านที่ 2 การค้นคว้าข้อมูลเพื่อสนับสนุนประเด็นปัญหา ก่อนเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 63.64 เมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีคิดเป็นร้อยละ 75.76 ด้านที่ 3 การวิเคราะห์ตัวแปรปัจจัยสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ก่อนเรียนผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 63.64 หลังได้รับการจัดการเรียนสอนผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีคิดเป็นร้อยละ 66.67 ด้านที่ 4 อธิบายความสัมพันธ์เชื่อมโยงของปัจจัยสาเหตุ ก่อนเรียนผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 60.61 หลังการจัดการเรียนการสอนผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีคิดเป็นร้อยละ 90.91 ด้านที่ 5 การเขียนวงจรปัจจัยสาเหตุอย่างต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ก่อนเรียนผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบได้เล็กน้อยเป็นร้อยละ 51.52 หลังการจัดการเรียนการสอนผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีคิดเป็นร้อยละ 81.82 ด้านที่ 6 การสรุปเป็นความคิดรวบยอดเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติ ก่อนเรียนผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบได้เล็กน้อยเป็นร้อยละ 60.61 หลังการจัดการเรียนการสอนผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีคิดเป็นร้อยละ 75.76 ด้านที่ 7 การประยุกต์ใช้ความคิดรวบยอดในการปฏิบัติ ทั้งก่อนและหลังเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีโดยคิดเป็นร้อยละ 60.61 และ 90.91 ตามลำดับ แต่หลังเรียนจะเห็นว่ามีร้อยละของผู้เรียนที่มีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดีมากขึ้น

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาก่อนและหลังเรียน

ทักษะการคิดเชิงระบบ	n	Mean	S.D.	t	df	sig
ก่อนเรียน	33	9.06	3.37	20.74	32.00	0.00**
หลังเรียน	33	18.58	3.94			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาก่อนและหลังเรียนพบว่า ก่อนการจัดการเรียนการสอนผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 9.06 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 3.37 หลังการจัดการเรียนการสอนผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 3.94 เมื่อทดสอบด้วยสถิติที (t-test) พบว่า หลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดเชิงระบบมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์

ทดสอบ	n	Mean	S.D.	t	df	sig
ก่อนเรียน	33	10.58	2.75	24.78	32.00	0.00**
หลังเรียน	33	24.24	6.56			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 10.58 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.75 และคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 24.24 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.56 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

1. ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เท่ากับ 81.50/81.25 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 80/80 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด สืบเนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการประเมินการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นจึงเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม ส่งผลให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khechornphak (2015) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบสำหรับนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผลของค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ (E1/ E2) เมื่อนำไปใช้มีค่าเท่ากับ 92.06 / 87.50 ซึ่งผ่านตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาความสามารถในการคิดเชิงระบบทั้ง 7 ด้านพบว่านักศึกษาส่วนมีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดี ทั้ง 7 ด้าน โดยด้านที่นักศึกษาเกิดทักษะการคิดเชิงระบบมากที่สุดคือ การวิเคราะห์ประเด็นปัญหาได้อย่างมีหลักการและเหตุผล อธิบายความสัมพันธ์เชื่อมโยงของปัจจัยสาเหตุและการ

วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
JYRU
JOURNAL OF YALA RAJABHAT UNIVERSITY
Print ISSN: 1905-2383 e-ISSN: 2651-0863

ประยุกต์ใช้ความคิดรวบยอดในการปฏิบัติ การเขียนวงจรปัจจัยสาเหตุอย่างต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน การค้นคว้าข้อมูลเพื่อสนับสนุนประเด็นปัญหาและการสรุปเป็นความคิดรวบยอดเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติ และการวิเคราะห์ตัวแปรปัจจัยสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูภาพรวมพบว่าหลังเรียนผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าเมื่อนักศึกษาได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบมากขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือออกแบบสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง (The institute for the promotion of teaching science and technology, 2014) ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะเริ่มโดยการระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมแล้วจึงทำการวางแผนและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการเมื่อได้สร้างขึ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบถ้ามีข้อบกพร่องให้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ไขปัญหาหรือสนองความต้องการได้ และในตอนท้ายจะประเมินผลว่าสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ (Karimi, 2017) จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ โดยการคิดเชิงระบบถือเป็นแนวคิดพื้นฐานของความรู้และเป็นเครื่องมือสร้างขึ้นมาเพื่อทำให้วัตถุประสงค์หรือวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์งานมีความชัดเจน และช่วยให้มองเห็นปัญหาและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการคิดเชิงระบบจะเข้าไปจัดการกับปัญหาที่มีความซับซ้อนสะท้อนให้เห็นสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Hester, 1994) สอดคล้องกับ Chatchainanon (2014) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ พบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (t=7.91 Sig=0.00) ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักศึกษาได้มีการบูรณาการหลักการและทักษะการคิดเชิงระบบผ่านการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและฝึกทักษะการคิดเชิงระบบตามขั้นตอนแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้น จากผลวิจัยพบว่า เมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบ ไม่เพียงแต่ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการคิดเชิงระบบแต่ผู้เรียนยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นด้วย เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทดลอง สังเกต และแก้ปัญหาด้วยตนเองซึ่งสอดคลองกับงานวิจัยของ Inthalapaporn *et al.* (2015) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรูตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา โดยสรุปได้วา การจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรูที่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่สงผลให้เกิดการเรียนรูที่มีความหมายตอผู้เรียน ซึ่งงานวิจัยนี้นอกจากจะใช้แนวคิดสะเต็มศึกษามาเป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนแล้วการปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงระบบยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าในในเนื้อหาวิชา และงานวิจัยของ SO-IN (2019) ได้ทำการพัฒนาการคิดเชิงระบบโดยใชชุดกิจกรรมการเรียนรูแบบโครงงานรายวิชาสังคมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 3 โรงเรียนทีปราษฎรพิทยาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎรธานีซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรูแบบโครงงานที่พัฒนาการคิดเชิงระบบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง กวาก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของ

นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 88.25/81.25 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง 80/80 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้นี้ มีประสิทธิภาพ

2. ผลการศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์พบว่า หลังเรียนนักศึกษามีทักษะการคิดเชิงระบบมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า เมื่อนักศึกษามีทักษะการคิดเชิงระบบมากขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ โดยทั้ง 7 ด้านนักศึกษามีทักษะการคิดเชิงระบบในระดับมากหรือระดับดี

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาการคำนวณสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (t=7.91 Sig=0.00)

ข้อเสนอแนะ

1. ขอเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใชประโยชน์

1.1 ก่อนการจัดการเรียนการสอนแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบ ผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบ เป็นอย่างดี และควรมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างรอบคอบ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

1.2 การพัฒนาการคิดเชิงระบบต้องใช้เวลาในการพัฒนาในด้านการเขียนวงจรปัจจัยสาเหตุอย่างต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ผู้สอนควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบกับผู้เรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

2.2 ควรนำรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบไปปรับใช้เนื้อหาอื่น ๆ เช่น จิตวิทยาสาหรับครู การวัดและประเมินผลการศึกษา การบริหารจัดการในห้องเรียน ความเป็นครู เพื่อให้มีการพัฒนากระบวนการความคิดครอบคลุมในหลากหลายมิติของวิชาชีพครู

เอกสารอ้างอิง

Chatchainanon, J. (2014). The development of instructional model to enhance systematic thinking skill of public health students. *Ph.D Thesis. Silpakorn University*. (in Thai)

DMC.TV. (2017). *Hard & Soft skills 2017 must-have skills*. [Online]. Retrieved May 4, 2022, from: https://xn--12cas3c2av3m3a0g7c.com/hard-softskills%E0%B8%97%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%A9%E0%B8%B0%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%A1%E0%B8%B5-%E0%B8%9B%E0%B8%B5-2017/ (in Thai)

Inthalapaporn, C., Phatphon, M., Wongyai, W., Phumsaat, S. (2015). Education and STEM learning management guidelines for elementary school students. *Veridian E-Journal, 8(1)*, 61-73. (in Thai)

Jutharot, M. (2012). *Concepts and principles of thinking*. Retrieved on November 16, 2021, from: http://www.bcnsurin.ac.th/e-teacher/data/HgPY3MJFri91650.doc

Karimi, S. (2017). Using engineering design process to enhance creativity and problem-solving skills. *institute for the promotion of teaching science and technology magazine, 46(209)*, 23-27. (in Thai)

Khechornphak, B. (2015). The development of systems thinking model for pre-service teacher Rajabhat Mahasarakham University. *Master's Degree. Rajabhat Mahasarakham University*. (in Thai)

Kitkuakun, S. (2015). *STEM education. Journal education Naresuan university*, *17*(2), 201-207. [Online]. Retrieved November 10, 2021, from: https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/33370. (in Thai)

วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
JYRU
JOURNAL OF YALA RAJABHAT UNIVERSITY
Print ISSN: 1905-2383 e-ISSN: 2651-0863

National STEM Education Center. (2015). STEM education network guide. *Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, Ministry of Education*. (in Thai)

National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concept, and core ideas. committee on new science education standards, board on science education, division of behavioral and social science and education. *Washington, DC: National Academy Press.*

Patcharachompu, P., Pranee, C.& Panawong, S. (2016). A development of instructional model to enhance the system thinking ability for high vocational certificate curriculum students. *Journal of Graduate Studies in Northern Rajabhat Universities, 7(12)*, 117-132. (in Thai)

PhuWorawan, Y. (2015). *Knowing the media Information literacy is at the heart of 21st century learning.* [Online]. Retrieved October 22, 2021, from: https://www.nstda.or.th/nac/2016/index78d3.html?pageid=661. (in Thai)

Saengpromsri, P. (2015). Comparisons of learning achievement, integrated science process skills, and attitude towards chemistry learning for Matthayomsueksa 5 students between STEM education and conventional methods. *Journal of Education, Mahasarakham University, 9(Special issue)*, 401-419. (in Thai)

Senge, P.M. (1993). The fifth discipline: The art & practice of the learning organization. *London: Century Business.*

SO-IN, R. (2019). The development of system thinking by using a project-based learning package on social study for secondary III students of theeparatpittaya school in Kon Samui of Suratthani. *Master's Degree. Suratthani Rajabhat University*. (in Thai)

Srikhamwiang, W. (2018). *Computing science* (Online). Retrieved November 1, 2021, from: https://www.scimath.org/lesson-technology/item/8808-computing-science. (in Thai)